

Documento de Trabajo: N° 32/2020

Madrid, octubre de 2020

COVID-19

Costes humanos y su heterogeneidad por zonas geográficas en España

Mercedes Ayuso y Jorge Bravo

Informe PISA sobre Educación Financiera elaborado por



con el apoyo de BBVA

Documento número 32 – Documentos Mi Jubilación

E COVID-19: Costes humanos y su heterogeneidad por zonas geográficas en España
IV Trimestre 2020

Mercedes Ayuso: Catedrática de Estadística Actuarial en la Universitat de Barcelona (Departamento de Econometría, Estadística y Economía española, Riskcenter-UB). Directora del Máster en Dirección de Entidades Aseguradoras y Financieras de la Universitat de Barcelona.

Jorge Miguel Bravo: Profesor de Economía en la Universidade de Évora, profesor invitado en la Universidade Nova de Lisboa - ISEGI y en la Université Paris-Dauphine (París IX), coordinador del ORBio - Observatorio del Riesgo Biométrico de la población asegurada de Portugal, Asociación Portuguesa de Aseguradoras.

Las opiniones y conclusiones aquí expresadas no pueden atribuirse a ninguna institución con la que estemos asociados y todos los posibles errores son nuestra responsabilidad.

Madrid, octubre de 2020

Códigos

H55, I12, J11

Palabras clave

Longevidad, Esperanza de vida, Mortalidad, España, Pensiones

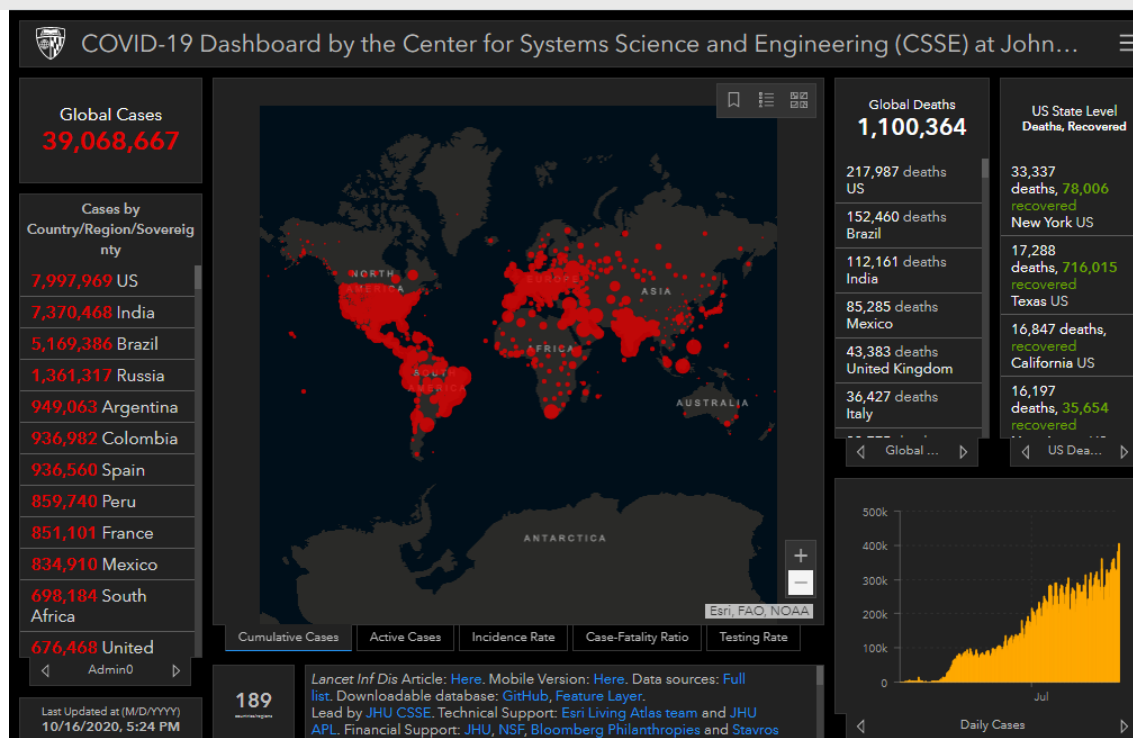
Índice

1. Introducción	4
2. El riesgo catastrófico de pandemia	7
3. Modelización de la mortalidad mediante un Bayesian Model Ensemble (BME).....	8
4. Los datos.....	11
5. Resultados	12
6. Discusión y conclusiones	23
Referencias	27

1. Introducción

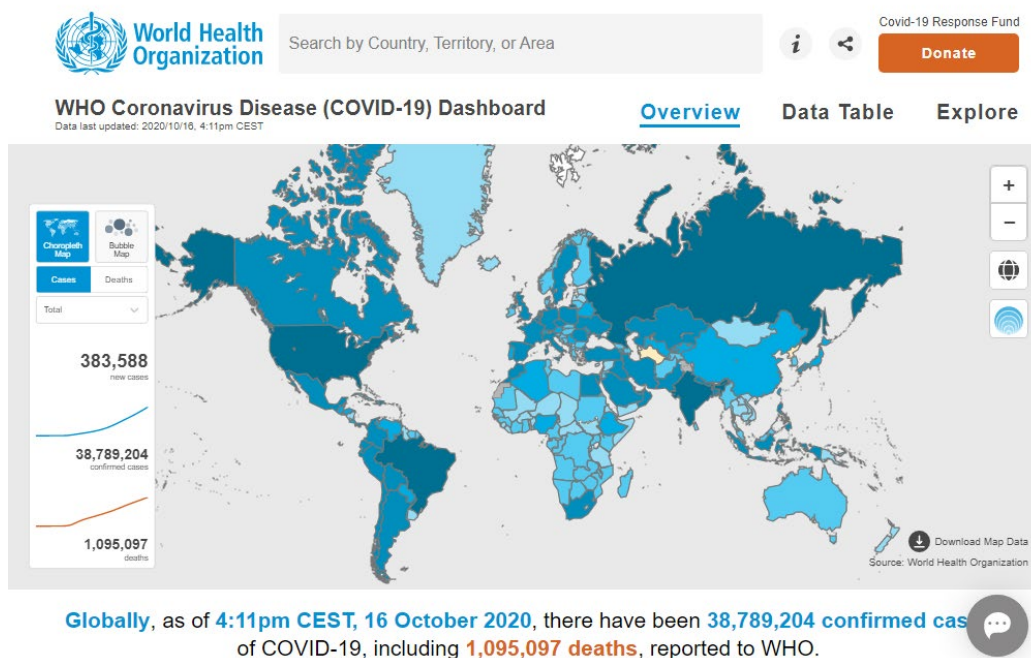
La pandemia provocada por el COVID-19 ha tenido una rápida expansión a nivel mundial con un impacto especial en diferentes países. El efecto ha sido objeto de monitorización por diferentes instituciones, como universidades, hospitales y organismos oficiales a nivel internacional (figura 1). De hecho, la pandemia ha supuesto que gobiernos y gestores de todo el mundo se hayan visto forzados a actuar y a tomar decisiones basadas en modelos matemáticos-estadísticos alternativos (desarrollados en numerosas ocasiones de forma previa para otras enfermedades), y/o teniendo en cuenta la experiencia de otros países en los que las olas de contagio han sido detectadas de forma más temprana y la actuación frente al virus ha sido por tanto anterior. La situación es de tal relevancia que el mapa de riesgos que se ha activado es difícil de sintetizar de forma sencilla, con diferentes variantes que abren extensas líneas de trabajo en el corto, medio y largo plazo. Y es que el tratamiento de lo que está ocurriendo tiene una vertiente más corto-medio placista, en el sentido de actuar respecto a lo que ya se ha producido o producirá de forma más o menos inmediata, y una vertiente claramente preventiva, de establecimiento de márgenes de protección, más a largo plazo, en el sentido de incluir dentro de las estrategias de actuación un riesgo al que no se había otorgado la suficiente relevancia hasta la fecha, como es el riesgo catastrófico de pandemia.

Figura 1a. Algunos de los sistemas de monitorización de los efectos del COVID-19 por zonas geográficas



Fuente: Johns Hopkins University Center for Systems Science Engineering Dashboard,
<https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>.
 Figures for 16 October 2020, 5:24 PM

Figura 1b. Algunos de los sistemas de monitorización de los efectos del COVID-19 por zonas geográficas



Fuente: World Health Organization. WHO Coronavirus disease (COVID-19).
Dashboard <https://covid19.who.int/>

Figura 1c. Algunos de los sistemas de monitorización de los efectos del COVID-19 por zonas geográficas



Fuente: www.ine.es

Técnicamente, hablamos de un nuevo contexto en el que de nuevo se pone de manifiesto la relevancia de los datos y la información dinámica en la toma de decisiones. Las bases de datos institucionales de alta calidad sobre la evolución de la pandemia se convierten en un pre-requisito necesario si queremos analizar su impacto en las diferentes áreas que conforman los estados de bienestar de los diferentes países. La pandemia ha afectado a la mortalidad, a la sanidad, a la educación, a la economía a nivel macro y a nivel micro, y en este sentido:

- Son necesarios modelos estadísticos, epidemiológicos y actuariales para poder establecer una valoración preliminar de la magnitud y duración de los casos confirmados a nivel de la salud pública, para estimar y predecir el efecto en la mortalidad y en el uso de hospitales (diferenciando niveles de uso, sobre todo para tener controlado el posible uso de unidades de cuidados intensivos), medir las necesidades de las cuarentenas, los confinamientos y el uso de medidas de distanciamiento social, y analizar la conveniencia del impacto de las restricciones a los desplazamientos, entre otros aspectos.
- Se necesitan medidas que permitan valorar los costes humanos de la pandemia (vidas perdidas, secuelas, calidad de vida perdida tanto a nivel individual como por hogar, efectos en esperanza de vida...).
- Valoración del impacto económico (shocks de oferta y demanda, barreras de entrada, crecimiento del PIB, mercado de trabajo, deuda pública/privada, déficit público, balanza de pagos, estabilidad del sistema financiero, nivel de aseguramiento público/privado...)
- Costes sociales e impacto en el estado de bienestar (salud pública, centros residenciales para mayores, desempleo, cierre de centros educativos, riesgo de enfermedad, alteración en la vida familiar, convivencia social, crisis humanitaria, pobreza y exclusión social, impactos por género, efecto en la sostenibilidad de los sistemas previsionales de pensiones...)
- Heterogeneidad: diferente impacto del COVID-19 por tipo de empleo, área geográfica, grupo social, etc.
- Cambios en los hábitos de vida: teletrabajo, sistemas educativos y de docencia (presencialidad versus docencia on-line y sistemas mixtos), horas de convivencia y organización familiar, adecuación de las viviendas, disponibilidad de medios telemáticos suficientes, calidad de la conectividad....

El objetivo de esta nota es centrarnos en la medición del impacto que la pandemia ha tenido en la sobremortalidad declarada en España entre marzo y mayo de 2020 haciendo especial hincapié en la heterogeneidad observada por zonas geográficas, diferenciadas a partir de las Comunidades Autónomas. Los datos reflejan como el efecto del COVID-19 en la mortalidad ha supuesto en algunas zonas un claro cambio de comportamiento cuando comparamos con los datos observados para el mismo periodo en 2019, pero las conclusiones en relación a la sobremortalidad no pueden generalizarse para toda España. Esta conclusión afectará al cálculo de la esperanza de vida en nuestro país para la que todavía no pueden extraerse conclusiones definitivas pendientes de disponer de i) datos completos de mortalidad para el año 2020 (también por edades y sexo); ii) medición del efecto en el cálculo de dicho indicador biométrico de la heterogeneidad de la mortalidad por zonas geográficas e impacto en el cómputo para el total de la población en España.

La estructura del documento es la siguiente. En el apartado 2 definimos el riesgo de pandemia como un riesgo catastrófico, por los efectos que del mismo pueden derivarse incluso en periodos cortos de tiempo. En el apartado 3 presentamos un breve resumen de la metodología que usamos en la estimación de la sobremortalidad derivada de la pandemia, a partir de una combinación de diferentes métodos de series temporales tradicionalmente usados de forma individual, y que ahora trabajamos de forma conjunta. En el apartado 4 hacemos referencia a los datos usados en el análisis y en el apartado 5 presentamos los resultados obtenidos, para el total de España y diferenciando por Comunidades Autónomas. Cerramos el documento con la discusión y principales conclusiones del trabajo realizado.

2. El riesgo catastrófico de pandemia

Hablar de gestión de riesgos implica hablar de un conjunto amplio de situaciones (normalmente no esperadas o caracterizadas por diferentes grados de aleatoriedad) que afectan al desarrollo de las actividades de un país, de una empresa, de una institución, etc., y sobre las que se quiere ejercer un determinado control. Aunque el diseño de los mapas de riesgos viene lógicamente condicionado por el tipo de actividad que estamos midiendo, sí que es cierto que el control de riesgos como tal cobró especial relevancia a partir de la crisis financiera de 2008, cuando el enfoque de gestión de las actividades empresariales y económicas pasó a ser fundamentalmente un enfoque de solvencia, en el que la definición, medición y control de los diferentes riesgos que pueden producirse pasó a ocupar un lugar fundamental en la toma de decisiones. Y es ahí, entre una amplia categorización de riesgos que pueden afectar a la actividad económica en general, donde encontramos los denominados riesgos catastróficos, capaces de causar un gran impacto social y económico en cortos periodos de tiempo. Es el caso, por ejemplo, de los derivados de fenómenos naturales (tempestades, tifones, terremotos,...), actos de terrorismo, y aquellos menos frecuentes hasta la aparición del COVID-19, relacionados con el riesgo de pandemia.

Los efectos del COVID-19 pueden caracterizarse de catastróficos por su gran impacto en, entre otros, los siguientes ámbitos:

- **MORTALIDAD** (exceso de mortalidad).
- **SALUD** (enfermedades y secuelas).
- **GESTIÓN SANITARIA Y SOCIOSANITARIA** (hospitales, centros sociosanitarios, residencias para la tercera edad, otros centros de cuidados, ...).
- **ECONOMÍA** (macroeconomía y microeconomía, sector público y/o sector privado).
- **EDUCACIÓN**.
- **INDICADORES DEL ESTADO DE BIENESTAR** (nivel de desempleo, desigualdades sociales, índices de pobreza, ...).

La medición de los efectos derivados de una pandemia no es tarea fácil, sobre todo, cuando desde un punto de vista técnico tenemos en cuenta la existencia de dependencias entre los diferentes ámbitos analizados. La especificación de modelos estadístico-matemáticos, epidemiológicos, económicos y actuariales se hace especialmente necesaria, tanto desde un punto de vista explicativo o causal, como desde un punto de vista predictivo. En este documento nos centramos en los efectos que la pandemia ha tenido en la mortalidad en España, y en sus diferentes zonas geográficas, comparando con los valores esperados según la modelización histórica de las series mensuales de fallecidos y las proyecciones realizadas en base a las mismas. En el análisis, como veremos a continuación, proponemos además una metodología novedosa basada en la combinación de diferentes modelos tradicionales de análisis de series temporales.

3. Modelización de la mortalidad mediante un Bayesian Model Ensemble (BME)

Los métodos tradicionales de predicción del número de personas que fallecerán en un país o zona geográfica determinada se han centrado fundamentalmente en el uso de modelos univariantes de series temporales (por ejemplo, modelos ARIMA) calibrados para diferentes horizontes de tiempo. Nuestro objetivo aquí es presentar los resultados de una nueva metodología predictiva basada en una combinación de métodos univariantes de series temporales. En concreto, aplicamos un modelo BME (*Bayesian Model Ensemble*) que combina once modelos univariantes tradicionales de series temporales de cara a seleccionar las predicciones individuales de cada uno de ellos debidamente ponderadas con el objetivo de mejorar la calidad predictiva del conjunto (Bravo et al., 2020). En nuestro caso, además de para el total de población española y género, para cada subpoblación definida por zona geográfica, usamos los errores de predicción obtenidos en el periodo de observación para descartar los modelos con peor calidad predictiva y determinar qué modelos reciben mayor ponderación en el momento de calcular las predicciones conjuntas. Este proceso soluciona el problema de seleccionar un único modelo entre un amplio abanico de posibilidades, generando una adecuada combinación entre los mismos.

En nuestro caso denotamos por y el número de personas fallecidas que queremos predecir en base a un conjunto de observaciones de periodos anteriores y^T usando K modelos de series temporales $\{M_1, M_2, \dots, M_K\}$. El teorema de la probabilidad total nos dice que la probabilidad predicha $p(y)$ puede calcularse como

$$p(y) = \sum_{k=1}^K p(y|M_k) p(M_k|y^T) \quad (1)$$

donde $p(y|M_k)$ indica la probabilidad predicha en base al modelo M_k de forma individual, y $p(M_k|y^T)$ es la probabilidad *a posteriori* de que el modelo M_k sea correcto teniendo en cuenta los valores ya observados para el número de fallecidos, indicando de esta forma como el modelo M_k ajusta los datos. La suma de las probabilidades *a posteriori* es uno, $\sum_{k=1}^K p(M_k|y^T) = 1$, de manera que pueden ser interpretadas como pesos. La probabilidad derivada del modelo BME que proponemos es por tanto una media ponderada de las probabilidades obtenidas a partir de los diferentes modelos individuales de series, donde las ponderaciones vienen dadas por las probabilidades *a posteriori* de cada modelo (Raftery et al., 2005). Los modelos univariantes de series temporales que usamos en esta investigación para calcular las predicciones BME del número mensual de personas fallecidas para el total de la población española por sexo, y para las diferentes Comunidades Autónomas aparece en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de modelos univariantes de series temporales usados en este estudio

#	Método	Descripción
1	SNAIVE	Modelo estacional ARIMA(0,0,0)(0,1,0) _m
2	HWA	Método Holt-Winter (aditivo)
3	HWM	Método Holt-Winter (multiplicativo)
4	ETS	Modelo espacial de suavizado exponencial
5	ARIMA	Modelo estacional ARIMA
6	TBATS	Modelo espacial de suavizado exponencial con transformación Box-Cox, errores ARMA, componentes de tendencia y estacionalidad
7	STL	Descomposición de estacionalidad y tendencia usando LOESS (suavizado mediante regresión ponderada local)
8	NNAR	Autorregresión mediante redes neuronales
9	MLP	Multilayer Perceptron
10	ELM	Machine Learning Extremo
11	SSA	Análisis Spectrum Singular

Fuente: Elaboración propia

Para predecir el número de personas fallecidas primero calibramos los modelos individuales usando los datos mensuales observados para España desde 1980 y para cada Comunidad Autónoma desde 1996 hasta el mes más reciente para el que se dispone de información (mayo 2020). La modelización se ha realizado con el paquete estadístico R. Para determinar que modelos individuales son finalmente eliminados del BME y cuáles reciben mayor o menor peso en las proyecciones finales primero medimos la calidad predictiva de cada modelo individualmente en cada subpoblación analizada siguiendo la propuesta de Dowd et al. (2010) y Bravo et al. (2020), y usamos el Error de predicción Porcentual Absoluto Medio (MAPE) del número de personas fallecidas para calcular su error de predicción:

$$MAPE_r^{(m)} = \frac{1}{H} \sum_{h=1}^H \left| \frac{y_{t+h} - \hat{y}_{t+h}}{y_{t+h}} \right| \times 100 \quad (2)$$

donde $MAPE_r^{(m)}$ indica el valor del indicador para la población r a partir del modelo M y y_{t+h} y \hat{y}_{t+h} indican, respectivamente, el número de personas fallecidas observado y predicho por el modelo. Teniendo en cuenta la serie histórica de datos observados, se utilizan horizontes temporales de proyección de tres años como muestras de control para todos los modelos y poblaciones. Las ponderaciones de cada modelo se calculan usando una función exponencial normalizada que usa como input un vector z de K valores reales (los valores $MAPE_r^{(m)}$ para los modelos seleccionados), normalizados en una distribución de probabilidad formada por K probabilidades proporcionales a las exponenciales de los números que aparecen en el input, de la forma:

$$w_r^{(m)}(z) = \frac{\exp(-\varphi_m)}{\sum_{j=1}^K \exp(-\varphi_j)} \quad (3)$$

con $\varphi_m = \text{abs}\left(\frac{z_m}{\max(z_j)_{j=1,\dots,K}}\right)$, de forma que se asigna los mayores pesos a los modelos con menor error de predicción, con los pesos disminuyendo exponencialmente cuanto mayor es el error. Finalmente, en el último paso calculamos las proyecciones del número de fallecidos combinando probabilísticamente las proyecciones obtenidas individualmente, por tanto,

$$\hat{y}_{t+h,r}^{BME} = \sum_{j=1}^K w_r^{(m)} \hat{y}_{t+h,r}^{(m)} \quad (4)$$

4. Los datos

Los datos usados en este estudio comprenden el número mensual observado de personas fallecidas por cualquier causa en España por sexo y Comunidad Autónoma desde enero de 1980 (desde enero de 1996 en el caso de las Comunidades Autónomas) hasta mayo de 2020, donde los datos de 2019 y 2020 se han calculado agregando los valores semanales publicados recientemente por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2020). Para el resto de años se dispone directamente de la información mensual tal y como la publica el propio INE. La base de datos consta de un máximo de 293 observaciones mensuales para cada una de las 19 zonas (subpoblaciones)¹ de diferente tamaño poblacional y estructura de edades y 485 observaciones para el total de España. Se trata de una base de datos con elevada volatilidad en algunos casos, especialmente en pequeñas áreas. Se observan claros comportamientos de tendencia y cambios estacionales.

¹ 17 Comunidades Autónomas más las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla.

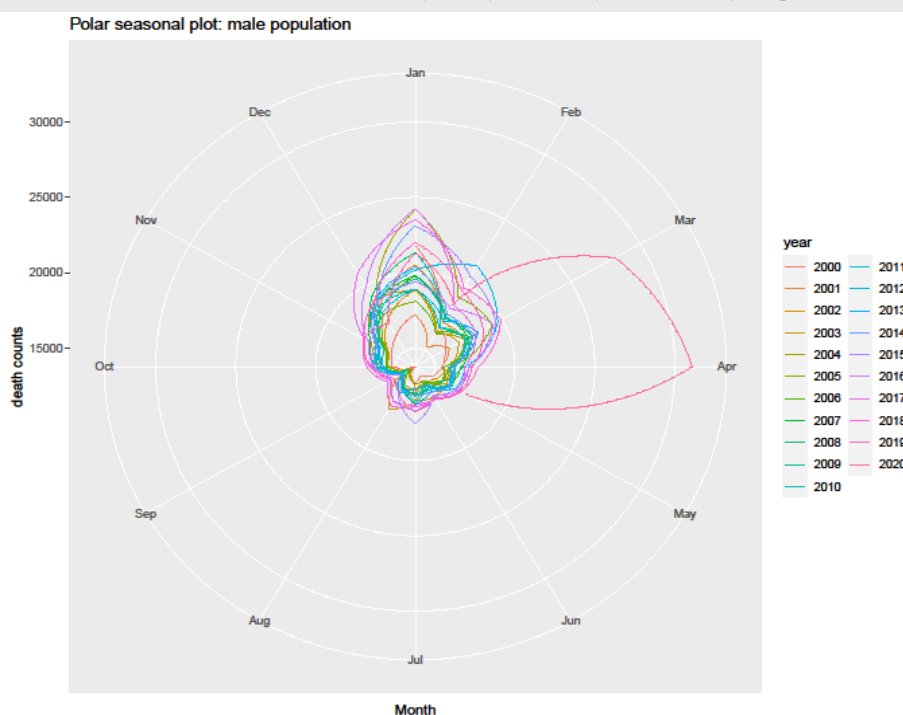
5. Resultados

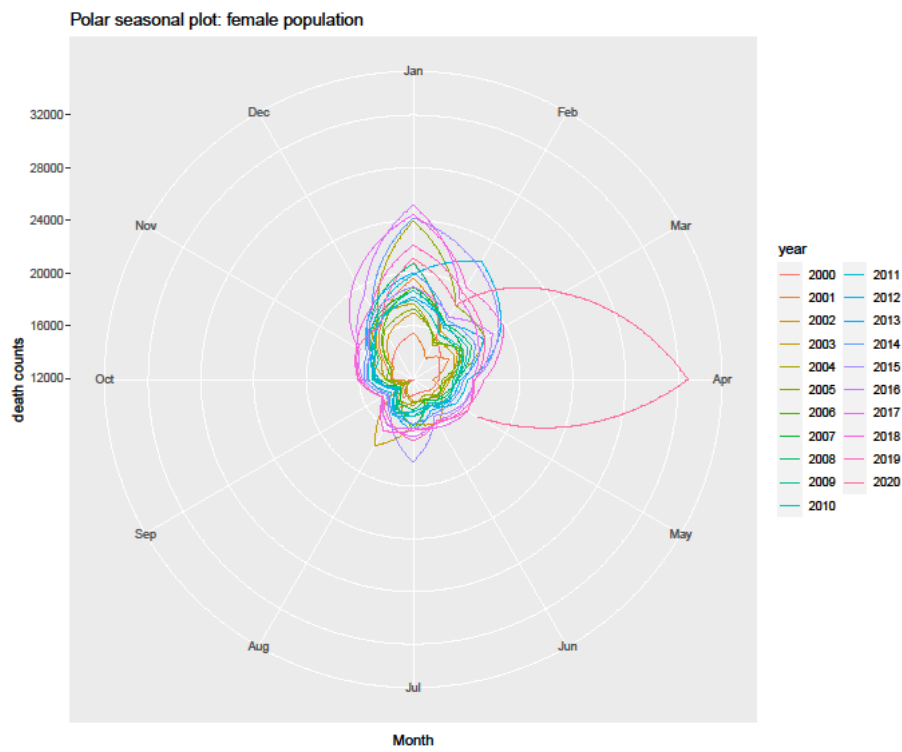
5.1 Mortalidad en España, total poblacional y por sexo

El análisis de la mortalidad observada mensualmente para la población española diferenciando por sexo desde el año 2000 aparece en la figura 2, en la que se aprecia de forma clara la sobremortalidad producida entre marzo y mayo de 2020. En el eje de ordenadas se presenta el número máximo de fallecidos correspondiente a cada uno de los círculos concéntricos ordenados desde el centro, lo que permite comparar los valores absolutos observados en cada periodo. Nótese como para ambos sexos las cifras de fallecidos entre marzo y mayo de 2020 son significativamente superiores a las observadas en los años previos, con máximos en abril de 2020 superiores a las 25.000 personas fallecidas en el caso de los hombres, y a las 28.000 en el caso de las mujeres.

La lectura de las curvas por colores nos indica un aumento en el número de personas fallecidas en los últimos años, especialmente entre los meses de noviembre y enero, que ahora se ha visto claramente incrementado a consecuencia de la pandemia.

Figura 2. Plot estacional: muertes observadas en España por cualquier causa por género

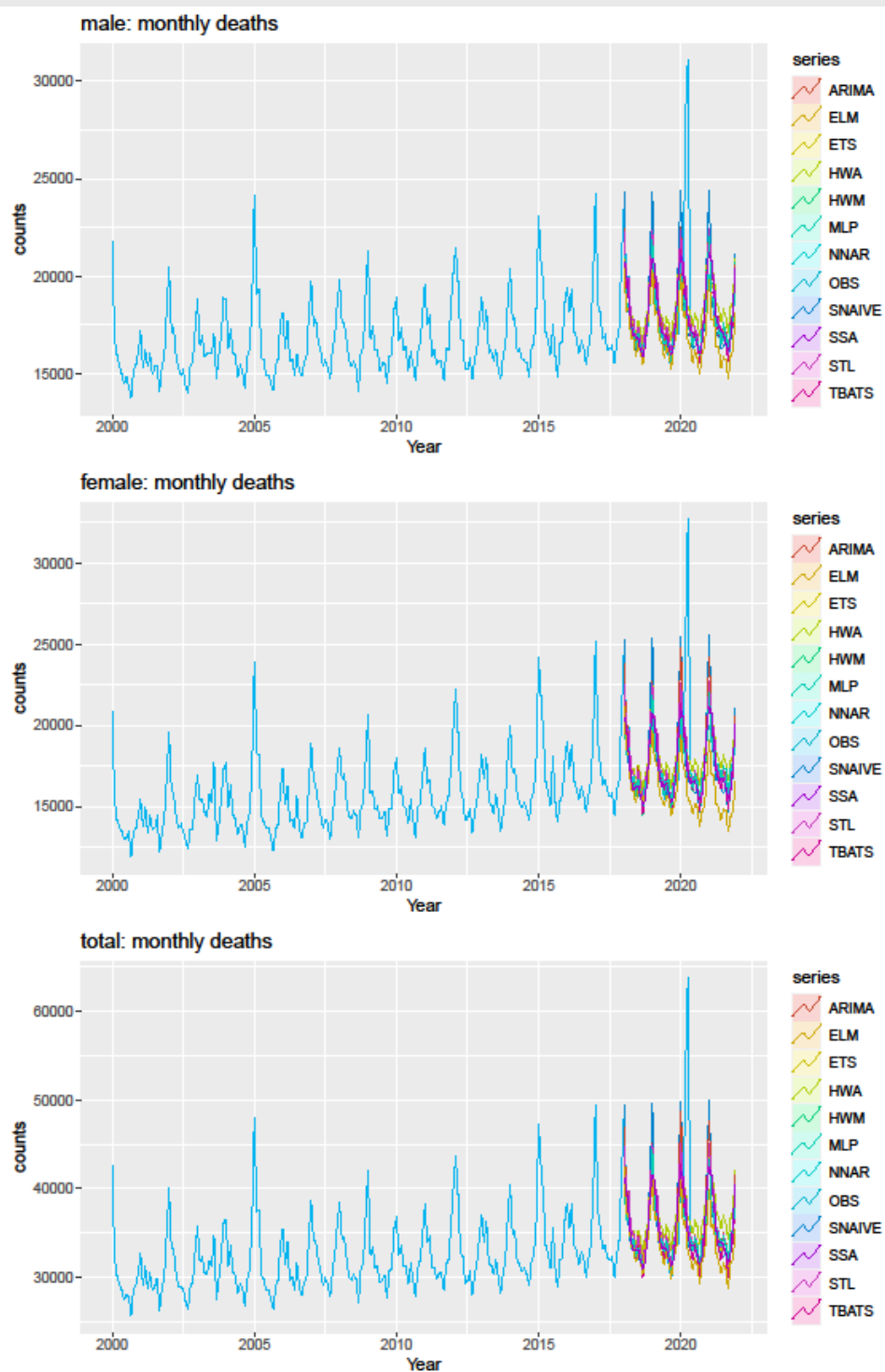




Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos de predecir el número de personas fallecidas mediante los diferentes modelos univariantes de series temporales presentados en la tabla 1 aparecen en la figura 2, en la que en color azul se presentan los valores observados (OBS) para la variable de referencia en todo el periodo analizado, para el total de la población española y diferenciando por sexo.

Figura 3. España: número observado y predicho de personas fallecidas, total y por sexo, 2000-2022



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como observamos en la figura 3 el número de personas fallecidas viene presentando una tendencia creciente desde el año 2000, observándose una marcada componente estacional con pautas bastante regulares de comportamiento, aunque en algunos años los picos de mortalidad han sido más marcados (ver por ejemplo los años 2005 y 2015). No obstante, es en el 2020 donde los efectos del COVID-19 reflejan una clara sobremortalidad, no recogida por ninguno de los modelos univariantes de series especificados. Se trata, sin duda, de una mortalidad no esperada, que podríamos clasificar dentro de lo que en la literatura conocemos como mortalidad accidental, producida por fenómenos exógenos. La mortalidad accidental aparece recogida en algunos modelos de mortalidad (por ejemplo, Leyes de Makeham), y normalmente se asocia a la mortalidad producida por hechos causales como pandemias o guerras, que no se consideran estructurales en el tiempo, y no dependen directamente de la edad (causa endógena de fallecimiento). A la fecha actual no podemos aún establecer conclusiones sobre el carácter más o menos temporal del efecto de la pandemia producida por el COVID-19. Aunque el número de personas fallecidas ha disminuido significativamente desde junio de 2020 es necesario esperar al comportamiento observado en los próximos meses, en función de los posibles rebrotes y la virulencia de los mismos, así como la aparición de vacunas.

La aplicación de la metodología propuesta (BME) combinando los diferentes modelos univariantes de series temporales para los datos utilizados aparece en la tabla 2, donde presentamos los resultados mensuales desde 2018 para la mortalidad observada y la mortalidad predicha (predicción puntual y por intervalo al 95%). Además, presentamos en las dos últimas columnas la diferencia entre los valores observados y predichos en términos absolutos y relativos, indicando las desviaciones producidas, que a la vez nos permiten pronunciarnos en términos de mortalidad inferior (inframortalidad) y mortalidad superior (sobremortalidad) a la esperada en base a la metodología aplicada. Los resultados reflejan una notable sobremortalidad en España fundamentalmente en los meses de marzo de 2020 (41,7%) y abril de 2020 (87,28%), tanto en el caso de los hombres (49,45% en marzo de 2020; 80,23% en abril de 2020) como en el de las mujeres (33,89% en marzo de 2020; 94,53% en abril de 2020). Estos valores contrastan claramente con las variaciones porcentuales observadas en el resto de meses, de magnitudes mucho más pequeñas. No obstante, y como veremos en el próximo apartado, los efectos de la pandemia en términos de sobremortalidad no han sido los mismos por zonas de España, observándose una clara heterogeneidad en la mortalidad que merece una investigación detallada sobre las causas que han podido producirlas.²

² A modo de ejemplo, en <https://portalcne.isciii.es/fdd/> pueden consultarse las primeras conclusiones sobre los principales factores que pueden haber incidido en la heterogeneidad de los efectos de la epidemia por zonas geográficas, en el marco del proyecto *Factores de difusión COVID-19 en España*, proyecto financiado por el Instituto de Salud Carlos III, COV20-00881.

Tabla 2. España: número observado y predicho (BEM) de personas fallecidas y exceso de mortalidad, Enero 2018 - Mayo 2020

SPAIN						
Total	Forecast					
Month/Year	OBS	mean	LB 95%	UB 95%	Δ	Δ %
Jan 2018	47911	44462	40623	49774	3449	7,76
Feb 2018	39756	37977	35934	40118	1779	4,69
Mar 2018	39772	37370	35346	39235	2402	6,43
Apr 2018	34956	33812	32114	35245	1144	3,38
May 2018	33421	33433	31691	34781	-12	-0,04
Jun 2018	31970	32082	30260	33671	-112	-0,35
Jul 2018	32215	32908	31170	34598	-693	-2,10
Aug 2018	33177	32436	30812	34064	741	2,28
Sep 2018	30293	30197	28969	31604	96	0,32
Oct 2018	32879	32881	31288	34329	-2	0,00
Nov 2018	34338	33994	32157	35458	344	1,01
Dec 2018	37033	38888	34808	41730	-1855	-4,77
Jan 2019	44030	43981	39043	49589	49	0,11
Feb 2019	39033	37953	35119	40257	1080	2,84
Mar 2019	36803	37388	34888	39452	-585	-1,57
Apr 2019	33898	33885	31628	35518	13	0,04
May 2019	33665	33562	31182	35295	103	0,31
Jun 2019	31664	32220	30153	33951	-556	-1,73
Jul 2019	33315	33017	30976	35069	298	0,90
Aug 2019	31321	32594	30547	34658	-1273	-3,91
Sep 2019	29810	30252	28629	31910	-442	-1,46
Oct 2019	32454	32972	30857	34700	-518	-1,57
Nov 2019	34281	34107	31724	35718	174	0,51
Dec 2019	33747	39097	34531	41956	-5350	-13,68
Jan 2020	42347	43901	38316	49721	-1554	-3,54
Feb 2020	36946	38020	34893	40086	-1074	-2,83
Mar 2020	53199	37540	34760	39739	15659	41,71
Apr 2020	63781	34057	31574	35873	29724	87,28
May 2020	35016	33735	31176	35551	1281	3,80

Male		Forecast				
Month/Year	OBS	mean	LB 95%	UB 95%	Δ	Δ %
Jan 2018	23517	21962	20585	24405	1555	7,08
Feb 2018	19809	18863	17969	19787	946	5,01
Mar 2018	19945	18744	17926	19698	1201	6,41
Apr 2018	17685	17161	16244	17793	524	3,06
May 2018	17076	16960	16026	17640	116	0,68
Jun 2018	16286	16202	15186	16998	84	0,52
Jul 2018	16446	16613	15909	17355	-167	-1,01
Aug 2018	16785	16400	15429	17123	385	2,35
Sep 2018	15767	15519	14897	16078	248	1,60
Oct 2018	16807	16755	15916	17492	52	0,31
Nov 2018	17492	17355	16434	17980	137	0,79
Dec 2018	18827	19623	17571	20946	-796	-4,06
Jan 2019	21966	21702	19271	24299	264	1,22
Feb 2019	19570	18834	17290	20015	736	3,91
Mar 2019	18672	18786	17671	19774	-114	-0,61
Apr 2019	17326	17155	15962	17861	171	1,00
May 2019	17017	17012	15895	17836	5	0,03
Jun 2019	16185	16228	15205	17077	-43	-0,27
Jul 2019	16751	16623	15800	17534	128	0,77
Aug 2019	15845	16480	15341	17363	-635	-3,85
Sep 2019	15304	15521	14645	16178	-217	-1,40
Oct 2019	16549	16869	15816	17608	-320	-1,89
Nov 2019	17533	17358	16126	18040	175	1,01
Dec 2019	17083	19627	17275	21046	-2544	-12,96
Jan 2020	21276	21548	18900	24348	-272	-1,26
Feb 2020	18562	18906	17385	19901	-344	-1,82
Mar 2020	28188	18861	17564	19864	9327	49,45
Apr 2020	31071	17240	15939	17977	13831	80,23
May 2020	17418	17112	15963	17903	306	1,79

Female		Forecast				
Month/Year	OBS	mean	LB 95%	UB 95%	Δ	Δ %
Jan 2018	24394	22500	20038	25368	1894	8,42
Feb 2018	19947	19113	17965	20331	834	4,36
Mar 2018	19827	18626	17420	19537	1201	6,45
Apr 2018	17271	16651	15870	17451	620	3,72
May 2018	16345	16472	15666	17141	-127	-0,77
Jun 2018	15684	15880	15075	16673	-196	-1,24
Jul 2018	15769	16294	15261	17243	-525	-3,22
Aug 2018	16392	16036	15383	16941	356	2,22
Sep 2018	14526	14678	14072	15526	-152	-1,04
Oct 2018	16072	16126	15372	16837	-54	-0,33
Nov 2018	16846	16640	15723	17478	206	1,24
Dec 2018	18206	19265	17237	20784	-1059	-5,50
Jan 2019	22064	22278	19773	25290	-214	-0,96
Feb 2019	19463	19119	17829	20241	344	1,80
Mar 2019	18132	18603	17217	19678	-471	-2,53
Apr 2019	16572	16730	15666	17658	-158	-0,94
May 2019	16645	16550	15286	17458	95	0,58
Jun 2019	15478	15992	14949	16874	-514	-3,21
Jul 2019	16563	16394	15176	17535	169	1,03
Aug 2019	15475	16114	15206	17295	-639	-3,96
Sep 2019	14507	14731	13983	15731	-224	-1,52
Oct 2019	15906	16103	15042	17091	-197	-1,22
Nov 2019	16746	16749	15598	17678	-3	-0,02
Dec 2019	16664	19470	17256	20910	-2806	-14,41
Jan 2020	21073	22353	19416	25372	-1280	-5,72
Feb 2020	18384	19114	17508	20185	-730	-3,82
Mar 2020	25010	18679	17196	19874	6331	33,89
Apr 2020	32715	16817	15635	17896	15898	94,53
May 2020	17596	16623	15213	17648	973	5,85

Fuente: Elaboración propia.

Aunque hasta la fecha no puede hacerse un análisis exhaustivo de la mortalidad por edades por falta de información desagregada, sobre todo en los años 2019 y 2020, sí que se observa una gran afectación de la pandemia entre la población de edad más avanzada (sobre todo, de 75 y más años), y un mayor número de fallecidos de sexo masculino en edades más jóvenes. A modo ilustrativo presentamos en la tabla 3 la comparación de datos por sexo y franjas de edad, entre enero y abril de 2019 y 2020 elaborada a partir de los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística.

Tabla 3. Número de personas fallecidas por sexo y edad entre enero y abril (2019 y 2020)

Hombres				Mujeres			
Edad	Enero - Abril 2019	Enero- Abril 2020	Diferencia	Edad	Enero - Abril 2019	Enero- Abril 2020	Diferencia
0-64	13.136	14.730	1.594	0-64	6.527	7.645	1.118
65-74	13.545	16.996	3.451	65-74	6.553	8.212	1.659
75 y más	49.750	65.798	16.048	75 y más	62.042	79.758	17.716
Total			21.093	Total			20.493

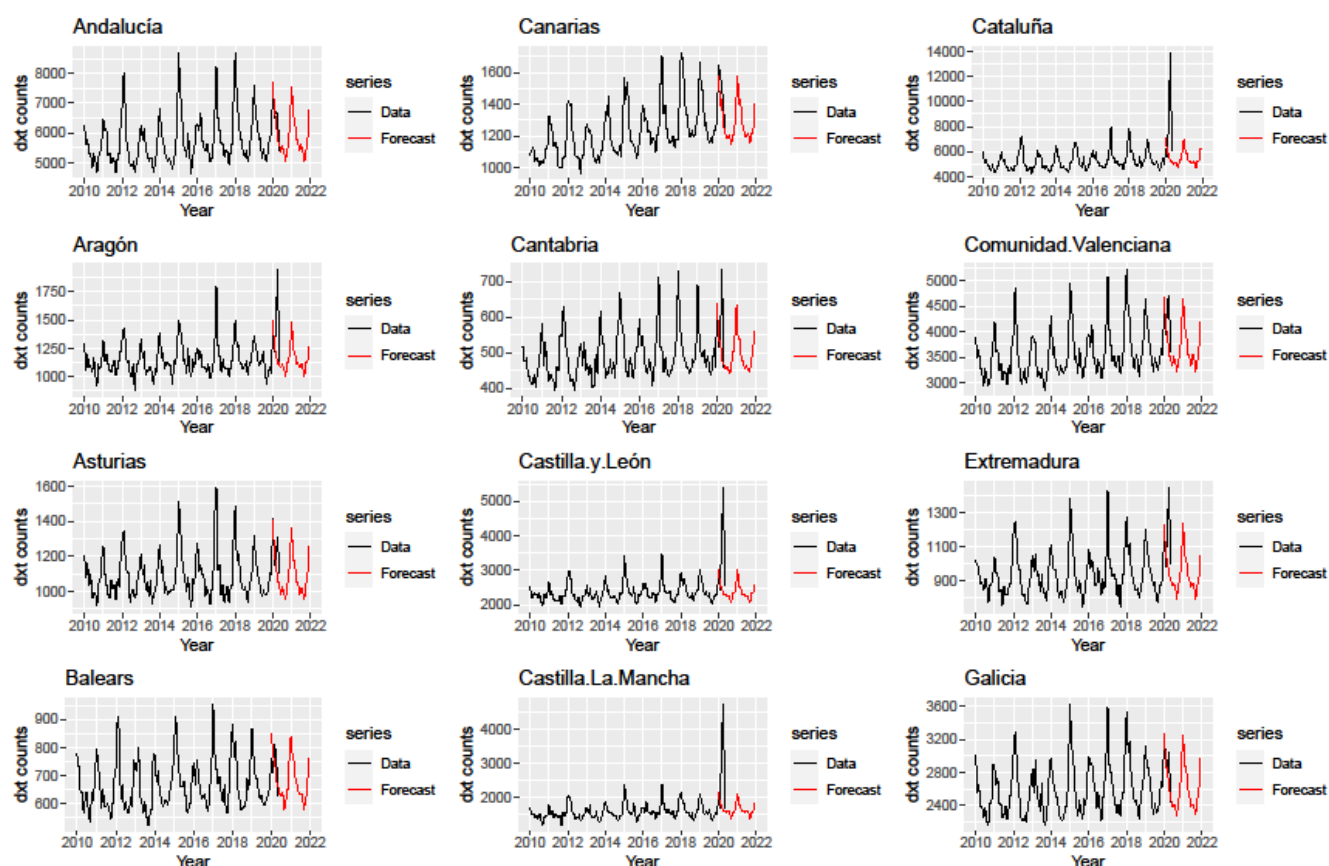
Fuente: www.ine.es

5.2 Mortalidad por Comunidades y Ciudades Autónomas

Las series mensuales observadas (enero 2010 - mayo 2020) y predichas hasta 2022 del número de personas fallecidas en las diferentes CCAA y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla utilizando la metodología propuesta en este estudio aparecen en la figura 4. Como podemos observar el comportamiento tendencial y estacional de las series no es el mismo en función de la zona geográfica analizada, algo que ya ocurría antes de la pandemia, y que ésta ha acentuado. Excluyendo los efectos del COVID-19, en comunidades como Cataluña, Aragón, Asturias, Castilla-León, Castilla-la Mancha y Madrid observamos un comportamiento tendencial o a largo plazo de la serie prácticamente uniforme, con cifras de fallecidos que sí que muestran un comportamiento estacional (movimientos dentro del año en función de los meses de referencia) pero que a nivel anual se mantenían sin grandes cambios, dentro de lo que podría ser un movimiento acotado entre bandas definidas de forma prácticamente paralela (solo con algunos picos más marcados en algunos casos concretos, como puede observarse por ejemplo en 2015 y 2017 para las comunidades analizadas). En otras comunidades, y de nuevo dejando de lado los efectos de la pandemia, el comportamiento tendencial del número de fallecidos muestra una tendencia lineal creciente más o menos acusada, reflejo de un aumento en el número de personas que mueren a medida que nos acercamos al momento actual. Es el caso de Andalucía, Canarias, Cantabria, Comunidad Valenciana, País Vasco o Murcia, entre otras, donde de nuevo observamos movimientos más o menos regulares dentro de los años, aunque con amplitud variable en algunos casos como Cantabria y País Vasco, entre otras. Las series para las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla muestran una elevada volatilidad producida por el reducido número de observaciones.

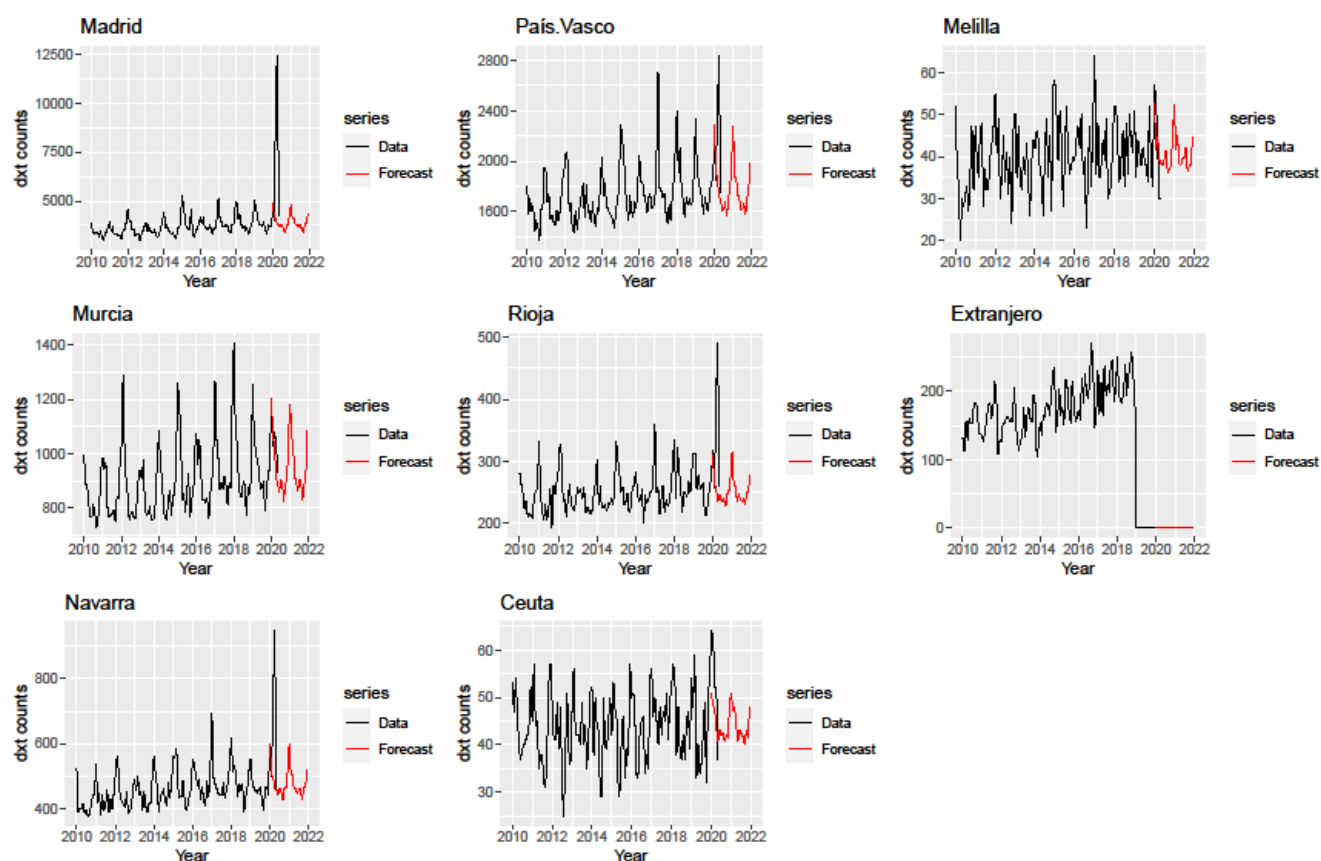
Cuando en la figura 4 analizamos los efectos de la pandemia en la mortalidad observada por zonas geográficas detectamos la presencia de una elevada heterogeneidad por zonas: desde comunidades autónomas que muestran una clara sobremortalidad observada (Cataluña, Aragón, Castilla y León, Castilla la Mancha, Extremadura -con picos elevados de mortalidad también en 2015 y 2017-, Madrid, País Vasco -con un pico elevado de mortalidad también en 2017-, la Rioja y Navarra) hasta comunidades que presentan un número muy similar de fallecidos al que venían presentando, e incluso inferior (Andalucía, Canarias, Cantabria, Comunidad Valenciana, Asturias, Baleares, Galicia y Murcia).

Figura 4. Series mensuales de mortalidad³ por cualquier causa, por Comunidades y Ciudades Autónomas, Periodo 2010-2020



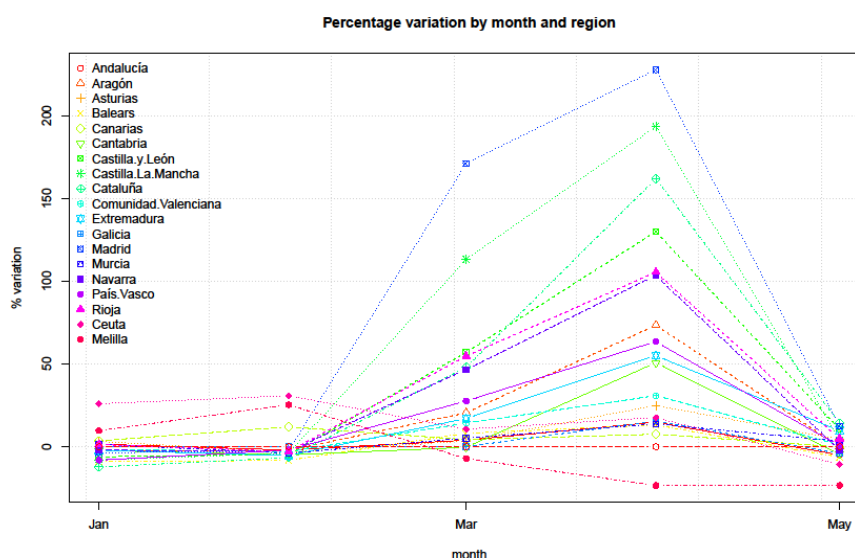
³ El número de personas fallecidas por edad x en diferentes momentos del tiempo (t) se simboliza mediante la expresión d_{xt} en los análisis demográficos y actuariales (Ayuso et al., 2001).

Figura 4 (cont.). Series mensuales de mortalidad por cualquier causa, por Comunidades y Ciudades Autónomas, Periodo 2010-2020



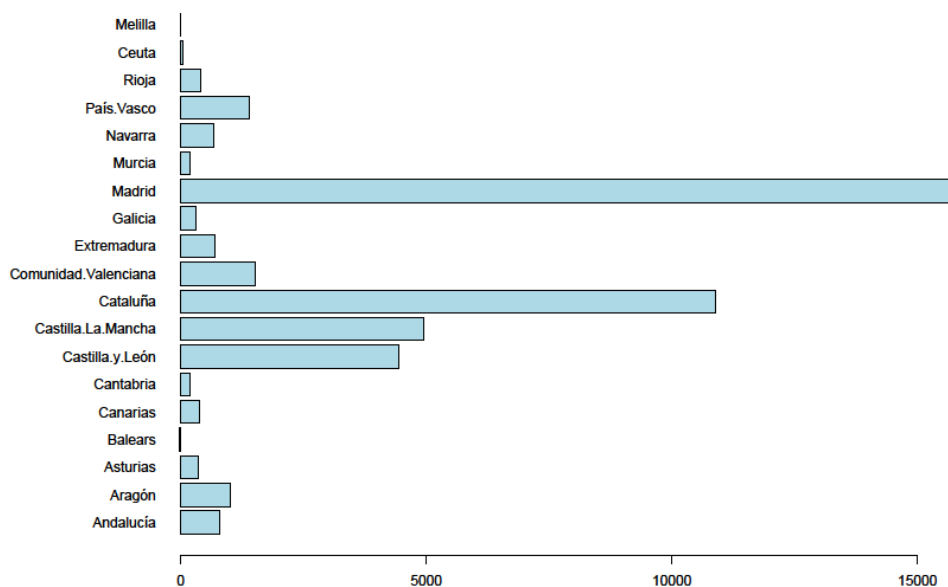
Los resultados de estimar los porcentajes de variación entre la mortalidad observada entre enero y junio de 2020 y los predichos para dicho periodo en cada comunidad y ciudad autónoma, en base a la metodología BME, aparecen graficados en la figura 5, presentándose en la figura 6 los excesos de mortalidad en cifras absolutas.

Figura 5. Variación relativa entre la mortalidad observada y predicha entre enero y mayo de 2020 por zonas geográficas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Exceso de mortalidad acumulada entre enero y mayo de 2020 por zonas geográficas



Fuente: Elaboración propia.

La figura 5 pone de manifiesto como la sobremortalidad ha sufrido un comportamiento claramente diferenciado en función de la zona geográfica analizada. Como podemos ver, es la Comunidad Autónoma de Madrid la que presenta el mayor exceso de mortalidad respecto a lo esperado, con una punta de sobremortalidad cercana al 250% en abril de 2020. Le siguen Castilla la Mancha, con una sobremortalidad de prácticamente el 200% en el mismo mes; Cataluña, con un 160% aproximadamente, y Castilla y León, con valores cercanos al 120%. Entre el 50 y el 100% de exceso de mortalidad encontramos por orden decreciente a la Rioja, Navarra, Aragón, País Vasco, Extremadura y Cantabria, y con excesos de mortalidad inferiores al 50% el resto de Comunidades, algunas de ellas con sobremortalidad baja cuando comparamos con el resto, como Canarias y Baleares, inferior al 10%, o Andalucía y Galicia, con porcentajes cercanos al 15%. La sobremortalidad estimada en cifras absolutas, presentada en la figura 6, refleja como el exceso en el número de personas fallecidas en el periodo analizado podría ser superior a las 15.000 personas en el caso de Madrid, superior a las 10.000 personas en el caso de Catalunya, superior a las 5.000 personas en el caso de Castilla la Mancha y cercana a dicha cifra en el caso de Castilla y León.

6. Discusión y conclusiones

Pendientes de ir actualizando la investigación a medida que se vayan publicando nuevos datos sobre la evolución de la pandemia provocada por el COVID-19, los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística nos permiten presentar ya una primera estimación de los excesos de mortalidad producidos en el primer semestre de 2020 (fundamentalmente entre marzo y mayo) comparando las desviaciones entre el número observado y el número predicho de personas fallecidas mensualmente. En el trabajo utilizamos una aproximación metodológica novedosa (*Bayesian Model Ensemble*) que combina diferentes modelos univariantes de series temporales otorgando mayor ponderación en el cálculo a aquéllos que presentan mayor calidad del ajuste. El trabajo refleja como los efectos de la pandemia han sido muy significativos a nivel global para España, tanto para hombres como para mujeres, pero se observan claras diferencias en cuanto al comportamiento de la mortalidad cuando el análisis lo realizamos por zonas geográficas (Comunidades y Ciudades Autónomas). Mientras que Comunidades como Madrid, Castilla la Mancha, Cataluña y Castilla y León muestran una sobremortalidad estimada superior al 100% (incluso de prácticamente el 250% en el caso de Madrid) otras como Andalucía, Galicia, Canarias y Baleares muestran unas cifras inferiores al 15%. Todo ello hace pensar que hay factores que pueden mostrar una mayor asociación con la transmisión y virulencia de la pandemia, sobre los que resulta necesario investigar con exhaustividad para poder diseñar las adecuadas políticas de contención y control, también en el caso de rebrotes. Algunos de estos factores podrían estar relacionados con el movimiento de las personas (tanto a nivel interno en sus lugares de residencia, como a nivel externo, entre zonas geográficas) como con factores relacionados con la asistencia socio-sanitaria (como el número de plazas en residencias por cada 100 mayores de 70 años y el porcentaje de personal sanitario afectado) (Proyecto de Investigación FdD-COVID 19 en España, COV20-00881).

Este documento ha tenido como línea prioritaria de investigación el análisis de la mortalidad y como ésta se ha visto afectada por la pandemia. Sin embargo, el impacto del COVID-19 está siendo muy relevante en nuestra sociedad y en ámbitos diversos relacionados con nuestro estado del bienestar, entre los que podríamos señalar:

■ Salud y gestión sanitaria

La pandemia ha supuesto una prueba de fuego para la gestión hospitalaria en España que ha tenido que ver como durante un periodo corto de tiempo tenía que afrontar un número de ingresos claramente superior a lo esperado, también en unidades de cuidados intensivos. La pandemia ha afectado de primera mano también al personal sanitario, con un elevado nivel de contagios reflejado en el aumento en las bajas laborales declaradas por este colectivo por causa del COVID-19 en el primer semestre de 2020 (Alabart y Ayuso, 2020; Alabart et al., 2020).⁴

La medición de los efectos de la pandemia a nivel sanitario puede hacerse a diferentes niveles, entre los que podríamos señalar:

⁴ En este trabajo analizamos de forma específica el efecto de la pandemia en las bajas laborales declaradas por el colectivo médico entre enero y junio de 2020.

1. Impacto en los indicadores de gestión sanitaria y desarrollo de la profesión médica (y sanitaria en general).
2. Cuantificación de efecto económico en el presupuesto sanitario (también incidencia en el volumen de indemnizaciones otorgadas desde el sector privado y su presupuesto).
3. Efectos en la adquisición de enfermedades y secuelas derivadas. Impacto en salud mental.
4. Cuantificación del coste económico sanitario por persona. Relativización al volumen de inversiones en sanidad.
5. Relativización a otras enfermedades y necesidades de gasto asociadas.

■ Servicios sociales: residencias para la tercera edad

La pandemia ha tenido una gran afectación en centros residenciales de personas mayores en los que se han detectado elevados índices de contagio. Las residencias han pasado a ser foco directo de control, tanto en aquellas que forman parte de la red pública, como en las que pertenecen a red de gestión privada.

■ Impacto económico

El impacto en la economía ha sido catastrófico con incidencia en:

1. Crecimiento del Producto Interior Bruto.
2. Finanzas públicas (deuda pública/privada, nivel de déficit público).
3. Estabilidad del sistema financiero, endeudamiento global, mercado asegurador, necesidades de liquidez, necesidades de financiación y créditos.
4. Importaciones/exportaciones.
5. Sectores primario, secundario y terciario. Fuerte impacto en el sector secundario, sobre todo durante el confinamiento. Estructura empresarial muy sensible como un elevado porcentaje de pequeñas y medianas empresas. Fuerte impacto también en el sector terciario en un país como España que claramente depende del mismo (hostelería, restauración, turismo...).
6. Fiscalidad y nivel impositivo.

■ Mercado laboral y sistemas previsionales de protección

1. Impacto en el mercado laboral (ERTES, desempleo, trabajo asalariado y trabajo autónomo, cotizaciones, diferencias por edad y sexo,...).
2. Teletrabajo.
3. Pensiones y otras coberturas:
 - a. Impacto en las carreras de cotización.
 - b. Déficit de la Seguridad Social (a los efectos demográficos y su efecto ya esperado en pensiones y salud se suman ahora los efectos de la pandemia y gastos derivados).
 - c. Medición del impacto de la pandemia en la esperanza de vida al nacer y en la edad de jubilación.⁵ Medición del impacto en la esperanza de vida en salud. Efecto en el valor esperado del pago por pensiones y gastos en salud.

■ Educación

La pandemia ha tenido también severos efectos en el sector educativo, con paralización de la docencia presencial.

1. Inversión en adecuación de aulas en universidades y otros centros educativos (instalación de cámaras, optimización de sonidos, plataformas docentes, ...).
2. Cambios en los sistemas de docencia (de sistemas presenciales a sistemas de docencia mixta, e incluso virtuales en su totalidad). Necesidad de monitorización de resultados, adaptación de contenidos a los nuevos sistemas, autoaprendizaje del alumno y evaluación posterior- aulas invertidas-, diferencias por niveles y edades,...
3. Validación de cumplimiento de estándares mínimos de aprendizaje.

■ Convivencia entre la cobertura pública y la cobertura privada

Niveles de cobertura ofrecidos por el sector asegurador. ¿Hasta dónde son asegurables los riesgos derivados de una pandemia? Hasta ahora muchos contratos de seguros en España excluían la cobertura de pandemia a la hora de fijar las indemnizaciones. Las compañías, ante la situación de catástrofe producida, han decidido en numerosas ocasiones dejar sin efecto dichas exclusiones, pero se necesita avanzar en la generación de políticas aseguradoras que tengan en cuenta que el riesgo de pandemia puede producirse, y que sus efectos pueden ser catastróficos e inasumibles en su totalidad por el mercado de seguros. Importante diseñar políticas aseguradoras

⁵ En base a las primeras estimaciones realizadas usando los datos publicados por el INE en junio de 2020 la esperanza de vida a los 65 años se reduciría aproximadamente en 0,72 años en el caso de los hombres y en 0,61 años en el caso de las mujeres (Riskcenter UB, 2020), aunque se trata de resultados provisionales que deberán ser recalculados una vez se disponga de información completa sobre las cohortes por edades y sexo en España en 2020 y la evolución del número de fallecidos en este país en el segundo semestre de dicho año.

y reaseguradoras en el marco de pandemias (pools de solidaridad) en las que pueda pasar a ocupar un lugar fundamental la colaboración público-privada.

■ Otros aspectos a considerar en el marco de la pandemia

1. Impacto en violencia de género.
2. Interacción social y cambios en los estilos de vida.
3. Indicadores de bienestar.
4. Diferencias sociales ante la pandemia (por niveles de renta, por género,...)

Todos los aspectos mencionados ponen de manifiesto la relevancia que un riesgo no esperado, como el riesgo de pandemia, ha cobrado en la sociedad actual, y la necesidad de avanzar en investigaciones relacionadas con su impacto en todos los niveles, así como las respuestas en protección sanitaria, social y económicas necesarias (Gentilini et al., 2020; ISSA, 2020; OCDE, 2020, ILO, 2020; entre otros).

Referencias

- Alabart, E., Ayuso, M. (2020). Modelo de invalidez para profesionales médicos. Probabilización de la baja. Sometido.
- Alabart, E., Ayuso, M., López, A. (2020) Bajas laborales en el colectivo médico por COVID-19: comparación con otras causas mediante el uso de regresión logística. Sometido.
- Ayuso, M., Corrales, H., Guillen, M., Pérez-Marín, A.M. and Rojo, J.L. (2001) Estadística Actuarial Vida. Barcelona: Ediciones UB (2ª edición: 2006).
- Bravo, J.M., Ayuso, M., Holzmann, R. & Palmer, E. (2020). Addressing Life Expectancy Gap in Pension Policy. Insurance: Mathematics and Economics, in press.
- Dowd, K., Cairns, A., Blake, D., Coughlan, G., Epstein, D. and Khalaf-Allah, M. (2010). Backtesting stochastic mortality models. North American Actuarial Journal, 14(3): 281—298.
- Gentilini, U., Almenfi, M., Dale, P. (2020) Social Protection and Jobs Responses to COVID-19: A Real-Time Review of Country Measures
<http://documents1.worldbank.org/curated/en/448321588971503966/pdf/Social-Protection-and-Jobs-Responses-to-COVID-19-A-Real-Time-Review-of-Country-Measures-May-8-2020.pdf>
- ILO (2020) ILO monitor: COVID-19 and the world of work. Updates estimates and analysis. Fourth edition. International Labour Organization
https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/briefingnote/wcms_745963.pdf
- ISSA. 2020. 'Coronavirus – Social Security Responses, Geneva: International Social Security Association.
- OECD (2020). 'Supporting People and Companies to Deal with the Covid-19 Virus: Options for an Immediate Employment and Social-Policy Response'. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Raftery, A., Gneiting, T., Balabdaoui, F., and Polakowski, M. (2005). Using Bayesian Model Averaging to calibrate forecast ensembles. Journal of American Meteorological society, 133: 1155—1174.